

BEST AVAILABLE COPY
PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-007355
(43)Date of publication of application : 12.01.2001

(51)Int.Cl. H01L 31/04

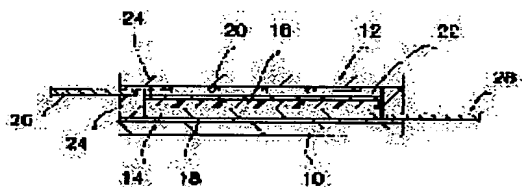
(21)Application number : 11-174657 (71)Applicant : SHINKO ELECTRIC IND CO LTD
(22)Date of filing : 21.06.1999 (72)Inventor : NAKAMURA NORIKAZU
FUJISAWA AKIRA
TAKEUCHI KENJI
SUGANUMA SHIGEAKI

(54) SOLAR CELL AND MANUFACTURE OF THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a solar cell which is so structured that a P-type semiconductor layer and/or an N-type semiconductor is hardly damaged in a manufacturing process of the solar cell possessed of a P-N junction.

SOLUTION: Two light transmitting insulating boards 10 and 12, each of which is provided with electrodes 18 and 20 formed on their surfaces, are arranged so as to have their electrodes 18 and 20 confront each other, and a P-type semiconductor layer and an N-type semiconductor layer are laminated between the surfaces of the boards 10 and 12, where the electrodes are provided for the formation of a solar cell possessed of a P-N junction. In this case, an inorganic semiconductor layer 14 of a metal compound serves as the P-type semiconductor layer, and an organic N-type semiconductor layer 16 of organic compound serves as the N-type semiconductor layer.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's
decision of rejection]

[Kind of final disposal of application
other than the examiner's decision of
rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for
application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998, 2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-7355

(P2001-7355A)

(43) 公開日 平成13年1月12日 (2001.1.12)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 1 L 31/04

識別記号

F I

H 0 1 L 31/04

データベース (参考)

D 5 F 0 5 1

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平11-174657

(22) 出願日 平成11年6月21日 (1999.6.21)

(71) 出願人 000190688

新光電気工業株式会社

長野県長野市大字栗田字舎利田711番地

(72) 発明者 中村 紀和

長野県長野市大字栗田字舎利田711番地

新光電気工業株式会社内

(72) 発明者 藤沢 晃

長野県長野市大字栗田字舎利田711番地

新光電気工業株式会社内

(74) 代理人 100077621

弁理士 綿貫 隆夫 (外1名)

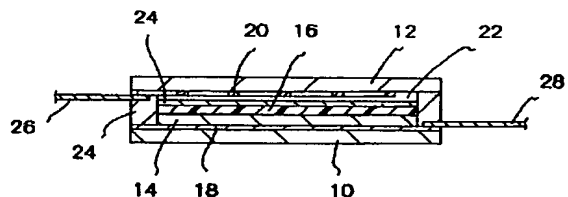
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 太陽電池及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 p n型接合の太陽電池の製造工程で p 形半導体層及び/又は n 形半導体層が損傷を受け難い構造の太陽電池を提供する。

【解決手段】 光透過性を有する二枚の絶縁性基板 10、12 が、その各々の一面側に形成された電極 18、20 が対向するように配置され、且つ電極 18、20 が形成された絶縁性基板 10、12 の電極形成面の間に、p 型半導体層と n 型半導体層とが積層された p n 接合層が形成されて成る太陽電池において、該 p 型半導体層が、金属化合物から成る無機半導体層 14 であり、n 型半導体層が、有機化合物から成る有機 n 型半導体層 16 であることを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光透過性を有する二枚の絶縁性基板が、その各々の一面側に形成された電極が対向するように配置され、且つ前記電極が形成された絶縁性基板の電極形成面の間に、p型半導体層とn型半導体層とが積層されたpn接合層が形成されて成る太陽電池において、該p型半導体層とn型半導体層とのいずれか一方の半導体層が、金属化合物から成る無機半導体層であり、他方の半導体層が、有機化合物から成る有機半導体層であることを特徴とする太陽電池。

【請求項2】 n型半導体層が、芳香族化合物のオキサジアゾール誘導体、ペリレン誘導体、又は金属錯体のキノリノールアルミニウム錯体から成る有機n型半導体層であり、p型半導体層が、銅(Cu)-インジウム(In)-硫黄(S)又は銅(Cu)-インジウム(In)-セレン(Se)から成る無機p型半導体層である請求項1記載の太陽電池。

【請求項3】 n型半導体層が、インジウム(In)-亜鉛(Zn)-硫黄(S)から成る無機n型半導体層であり、p型半導体層が、テトラフェニルジアミン系化合物、銅フタロシアニン、又はスターバーストアミン系化合物から成る有機p型半導体層である請求項1記載の太陽電池。

【請求項4】 光透過性を有する二枚の絶縁性基板が、その各々の一面側に形成された電極が対向するように配置され、且つ前記電極が形成された絶縁性基板の電極形成面の間に、p型半導体層とn型半導体層とが積層されたpn接合層が形成されて成る太陽電池を製造する際に、

該p型半導体層とn型半導体層とのいずれか一方の半導体層として、前記電極の一方が形成された絶縁性基板の電極形成面に、銅(Cu)層とインジウム(In)層とを積層して形成した金属層又はインジウム(In)層と亜鉛(Zn)層とを積層して形成した金属層に、硫化処理又はセレン処理を施して無機半導体層を形成し、

次いで、前記無機半導体層と他方の電極が形成された絶縁性基板とを、他方の半導体層として形成した有機化合物から成る有機半導体層を介して接合することを特徴とする太陽電池の製造方法。

【請求項5】 半導体層の一方を、銅(Cu)-インジウム(In)-硫黄(S)又は銅(Cu)-インジウム(In)-セレン(Se)から成る無機p型半導体層とし、他方の半導体層を、芳香族化合物のオキサジアゾール誘導体、ペリレン誘導体、又は金属錯体のキノリノールアルミニウム錯体から成る有機n型半導体層とする請求項4記載の太陽電池の製造方法。

【請求項6】 半導体層の一方を、インジウム(In)-亜鉛(Zn)-硫黄(S)から成る無機n型半導体層とし、他方の半導体層を、テトラフェニルジアミン系化合物、銅フタロシアニン、又はスターバーストアミン系化合物

から成る有機p型半導体層とする請求項4記載の太陽電池の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は太陽電池及びその製造方法に関し、更に詳細には光透過性を有する二枚の絶縁性基板が、その各々の一面側に形成された電極が対向するように配置され、且つ前記電極が形成された絶縁性基板の電極形成面の間に、p型半導体層とn型半導体層とが積層されたpn接合層が形成されて成る太陽電池及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】太陽電池には、p型半導体層とn型半導体層とが積層されて形成されたpn接合層を具備するpn接合の太陽電池がある。この太陽電池を図7に示す。図7に示す太陽電池100は、光透過性を有する絶縁性基板としてのガラス基板102上に電極膜としてモリブデン層104が形成されている。このモリブデン層104上には、p型半導体層106とn型半導体層108とが積層されたpn接合層が形成されており、n型半導体層108上に、ZnSから成る薄膜層110を介して透明電極112が形成されている。更に、透明電極112上には楕形電極114が形成されている。この楕形電極112は、図8に示す様に、電極が枝別れ状(楕形状)に形成されているものである。

【0003】かかる太陽電池100の楕形電極112は、図7に示す様に、隣接する太陽電池100aのモリブデン層と帯状金属箔116aによって電気的に接続され、且つ太陽電池100のモリブデン層104は、隣接する太陽電池100bの楕形電極と帯状金属箔116bによって電気的に接続されている。この様に、複数の太陽電池同士は、直列に連結されて使用される。図7及び図8に示す太陽電池100は、図9に示す方法で製造される。まず、ガラス基板102の一面側に、モリブデン層104から成る電極膜をスパッタリングによって形成した後〔図9(a)の工程〕、モリブデン層104上に蒸着又はスパッタリングにより銅層118を形成し、更に銅層118上にインジウム層120を蒸着又はスパッタリングによって形成する〔図9(b)の工程〕。この銅層118とインジウム層120とから成る金属層を、硫化水素雰囲気中で加熱処理する硫化処理を施してp型半導体層106とした後〔図9(c)の工程〕、抵抗値を高めてp型半導体層106の特性を適正化して安定した特性とすべく、p型半導体層106の表面を、KCNが5~10重量%含有されたKCN溶液によってエッチングするKCN処理を施す。

【0004】かかるp型半導体層106上には、化学的溶液析出法によってn型半導体層108を形成してpn接合層を形成した後〔図9(d)の工程〕、n型半導体層108上に、ZnSから成る薄膜層110を形成する

〔図9(e)の工程〕。この薄膜層110は、硫酸亜鉛水溶液、チオ尿素水溶液、及びアンモニア水溶液の混合液に、n型半導体層108を形成した基板を浸漬して約80℃に加熱することによって、n型半導体層108の表面にZnSが積層して形成できる。この様に形成した、p型半導体層106、n型半導体層108、及び薄膜層110の周縁部の一部をレーザによって除去することにより、図7に示す帯状金属箔116aの一端部が接続されるモリブデン層104の表面を露出する〔図9(f)の工程〕。更に、薄膜層110上にスパッタリングによってZnO:Al又はZnO:Al₂O₃から成る透明電極112を形成した後〔図9(g)の工程〕、透明電極112上に、スパッタリングや蒸着によって形成したニッケル薄膜とアルミニウム薄膜とによって形成された多層薄膜から成る櫛型電極114を形成することによって、太陽電池100を得ることができる〔図9(h)の工程〕。尚、ZnSから成る薄膜層110を省略することができ、その場合は、図9(e)の工程を省略できる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】図9に示す太陽電池の製造方法によれば、容易にpn型接合の太陽電池を製造できる。しかし、p型半導体層106及びn型半導体層108を形成した後、スパッタリング等によって透明電極112等を形成する。このため、既に形成されたp型半導体層106及び／又はn型半導体層108は、スパッタリング等の際に、照射されるプラズマ等の高エネルギーの影響を受けて損傷されることがある。この様に、p型半導体層106及び／又はn型半導体層108が損傷された太陽電池は、その変換効率が著しく低下する。そこで、本発明の課題は、pn型接合の太陽電池の製造工程でp型半導体層及び／又はn型半導体層が損傷を受け難い構造の太陽電池及びその製造方法を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明者等は、前記課題を解決すべく検討した結果、p型半導体層とn型半導体層とのいずれか一方の半導体層を、金属のスパッタリング等によって形成した銅(Cu)層とインジウム(In)層とを積層して形成した金属層に、硫化処理を施して無機半導体層とし、他方の半導体層を、溶媒等を用いて流動状態として形成し得る有機化合物から成る有機半導体層とすることによって、既に形成したp型半導体層及び／又はn型半導体層に、プラズマ等の高エネルギーによる損傷を与えることなくpn型接合の太陽電池を製造できることを知り、本発明に到達した。すなわち、本発明は、光透過性を有する二枚の絶縁性基板が、その各々の一面側に形成された電極が対向するように配置され、且つ前記電極が形成された絶縁性基板の電極形成面の間に、p型半導体層とn型半導体層とが積層されたpn接合層が形

成されて成る太陽電池において、該p型半導体層とn型半導体層とのいずれか一方の半導体層が、金属化合物から成る無機半導体層であり、他方の半導体層が、有機化合物から成る有機半導体層であることを特徴とする太陽電池にある。また、本発明は、光透過性を有する二枚の絶縁性基板が、その各々の一面側に形成された電極が対向するように配置され、且つ前記電極が形成された絶縁性基板の電極形成面の間に、p型半導体層とn型半導体層とが積層されたpn接合層が形成されて成る太陽電池を製造する際に、該p型半導体層とn型半導体層とのいずれか一方の半導体層として、前記電極の一方が形成された絶縁性基板の電極形成面に、銅(Cu)層とインジウム(In)層とを積層して形成した金属層又はインジウム(In)層と亜鉛(Zn)層とを積層して形成した金属層に、硫化処理又はセレン化処理を施して無機半導体層を形成し、次いで、前記無機半導体層と他方の電極が形成された絶縁性基板とを、他方の半導体層として形成した有機化合物から成る有機半導体層を介して接合することを特徴とする太陽電池の製造方法にある。

【0007】かかる本発明において、半導体層の一方を、銅(Cu)-インジウム(In)-硫黄(S)又は銅(Cu)-インジウム(In)-セレン(Se)から成る無機p型半導体層とし、他方の半導体層を、芳香族化合物のオキサジアゾール誘導体、ペリレン誘導体、又は金属錯体のキノリノールアルミニウム錯体から成る有機n型半導体層とすること、或いは半導体層の一方を、インジウム(In)-亜鉛(Zn)-硫黄(S)から成る無機n型半導体層とし、他方の半導体層を、テトラフェニルジアミン系化合物、銅フタロシアニン、又はスターバーストアミン系化合物から成る有機p型半導体層とすることが好適である。

【0008】本発明によれば、絶縁性基板の一方にスパッタリングによって電極を形成した基板と、他方の絶縁性基板に電極を形成した電極形成面にスパッタリングによってpn接合層を形成する半導体層の一方を形成した基板とを、有機半導体層を介して接合できる。このため、絶縁性基板の一方に形成した半導体層は、他方の絶縁性基板に施すスパッタリング等の高エネルギーに因る損傷を避けることができる。その結果、最終的に得られる太陽電池の変換効率を高く維持できる。

【0009】

【発明の実施の形態】本発明に係る太陽電池の一例を図1に示す。図1に示す太陽電池を形成する光透過性を有する絶縁性基板10、12の間に、p型半導体層14とn型半導体層16とが積層されて形成されたpn接合層が配設されている。かかる絶縁性基板10、12のうち、ガラス製の絶縁性基板10の一面側には、スパッタリングによって形成した電極膜としてのモリブデン層18と、p型半導体層14として、銅(Cu)-インジウム(In)-硫黄(S)から成る無機p型半導体層(以下、無機p型半導体層14と称することがある)とが形成されてい

る。この無機p型半導体層14は、図9(b)(c)に示す工程と同様に形成される。つまり、絶縁性基板10の一面側に形成されたモリブデン層18上に、スパッタリング、蒸着、又はめっきによって銅層を形成した後、この銅層上にインジウム層を、スパッタリング、蒸着、又はめっきによって形成する。次いで、この銅層とインジウム層とから成る金属層を、硫化水素雰囲気中で加熱処理する硫化処理を施して無機p型半導体層14を形成した後、無機p型半導体層14の表面を、KCNが5~10重量%含有されたKCN溶液によってエッチングするKCN処理を施し、抵抗値を高めて無機p型半導体層14の特性を適正化して安定した特性とする。

【0010】一方、絶縁性基板10に対向するガラス製の絶縁製基板12には、絶縁性基板10のモリブデン層18と対向する対向面に、スパッタリングや蒸着によって形成したニッケル薄膜とアルミニウム薄膜とによって形成された多層薄膜から成る櫛型電極20、及びスパッタリングによって形成したZnO:Al又はZnO:Al₂O₃から成る透明電極22が順次形成されている。更に、かかる透明電極22の表面には、ZnSから成る薄膜層24が形成されている。この薄膜層24は、図9(e)に示す工程と同様に、硫酸亜鉛水溶液、チオ尿素水溶液、及びアンモニア水溶液の混合液に、透明電極22等を形成した基板12を浸漬して約80℃に加熱することによって、透明電極22の表面にZnSが積層して形成できる。この様に、絶縁性基板10に形成された無機p型半導体層14と、絶縁性基板12に形成された透明電極22及び薄膜層24とは、n型半導体層16としての有機n型半導体層（以下、有機n型半導体層16と称することがある）を介して接合されている。

【0011】かかる有機n型半導体層16は、図2に示す様に、溶媒等を用いて流動状態として形成し得る有機化合物を用い、無機p型半導体層14上に流動状態の有機化合物を滴下、塗布、コーティング等することによって形成できる。形成された有機n型半導体層16は、無機p型半導体層14と積層されてpn接合層を形成しており、有機n型半導体層16が固化するまでに基板12に形成した薄膜層24を圧着することによって、有機n型半導体層16と薄膜層24とを接合できる。この有機n型半導体層16を形成する有機化合物としては、例えば芳香族化合物のオキサジアゾール誘導体、ペリレン誘導体、又は金属錯体のキノリノールアルミニウム錯体を挙げることができる。

【0012】この様に、無機p型半導体層14と有機n型半導体層16とが接合された太陽電池では、絶縁性基板10、12の周縁部に口字状の絶縁シート24が配設されている。この絶縁シート24の開口部内には、無機p型半導体層14と有機n型半導体層16とが積層されて成るpn接合層が形成されている。かかる絶縁シート24の一面側には、一端が櫛型電極20と電氣的に接続

された金属箔が取出電極26として絶縁性基板10、12の外方に引き出されている。更に、絶縁シート24の他面側にも、一端がモリブデン層18と電氣的に接続された金属箔が取出電極28として絶縁性基板10、12の外方に引き出されている。かかる取出電極26の一端と櫛型電極20との接続、及び／又は取出電極28の一端とモリブデン層18との接続は、銀(Ag)ペーストや導電性接着剤等を用いることによって確実に接続できる。ここで、図1及び図2に示す無機p型半導体層14としては、銅(Cu)-インジウム(In)-セレン(Se)から成る無機p型半導体層であってもよい。この無機p型半導体層は、先ず、基板10の一面側に形成されたモリブデン層18上に、スパッタリング、蒸着、又はめっき等によって銅層を形成し、更に銅層上にインジウム層をスパッタリング、蒸着、又はめっき等によって形成する。次いで、この銅層とインジウム層とから成る金属層を、セレン化水素雰囲気中で加熱処理するセレン化処理を施すことによって得ることができる。

【0013】図1及び図2に示す太陽電池は、無機p型半導体層と有機n型半導体層とが積層されて形成されたpn接合層が配設されて成る太陽電池であるが、図3に示す様に、無機n型半導体層32と有機p型半導体層30とが積層されて形成されたpn接合層が配設されて成る太陽電池であってもよい。図3に示す太陽電池を構成する、光透過性を有する絶縁性基板10、12のうち、ガラス製の絶縁性基板10の一面側には、スパッタリングによって形成した電極膜としてのモリブデン層18が形成されている。一方、絶縁性基板10と対向するガラス製の絶縁性基板12には、絶縁性基板10のモリブデン層18と対向する対向面に、スパッタリングや蒸着によって形成したニッケル薄膜とアルミニウム薄膜とによって形成された多層薄膜から成る櫛型電極20、及びスパッタリングによって形成したZnO:Al又はZnO:Al₂O₃から成る透明電極22が形成されている。かかる透明電極22の表面には、ZnSから成る薄膜層24が形成されている。この薄膜層24は、図9(e)に示す工程と同様に、硫酸亜鉛水溶液、チオ尿素水溶液、及びアンモニア水溶液の混合液に、透明電極22等を形成した基板12を浸漬して約80℃に加熱することにより、透明電極22の表面にZnSが積層して形成できる。

【0014】更に、薄膜層24の表面には、インジウム(In)-亜鉛(Zn)-硫黄(S)から成る無機n型半導体層32が形成されている。かかる無機n型半導体層32を形成する際には、先ず、基板12の一面側に形成された薄膜層24の表面に、スパッタリング、蒸着、又はめっき等によって銅層を形成し、更に銅層上に亜鉛層をスパッタリング、蒸着、又はめっき等によって形成する。次いで、この銅層と亜鉛層とから成る金属層を、硫化水素雰囲気中で加熱処理する硫化処理を施すことによって、無

機n型半導体層32を得ることができる。この様に、基板12に形成された無機n型半導体層32等と、絶縁性基板10に形成されたモリブデン層18等とは、p型半導体層30としての有機p型半導体層（以下、有機p型半導体層32と称することがある）を介して接合されている。かかる有機p型半導体層30は、図4に示す様に、溶媒等を用いて流動状態として形成し得る有機化合物を用い、絶縁性基板10のモリブデン層18上に流動状態の有機化合物を滴下、塗布、コーティング等することによって形成できる。形成された有機p型半導体層30は、モリブデン層18と接合されており、有機p型半導体層30が固化するまでに基板12に形成した無機n型半導体層32を圧着することによって、有機p型半導体層30と無機n型半導体層32とが積層されたpn接合層を形成できる。この有機p型半導体層30を形成する有機化合物としては、例えばテトラフェニルジアミン系化合物、銅フタロシアニン、又はスターバーストアミン系化合物を挙げることができる。

【0015】この様に、有機p型半導体層30と無機n型半導体層32とが積層されて形成されたpn接合層が絶縁性基板10、12の間に配設されて成る太陽電池では、絶縁性基板10、12の周縁部に口字状の絶縁シート24が配設されている。この絶縁シート24の開口部内には、有機p型半導体層30と無機n型半導体層32とが積層されて成るpn接合層が形成されている。かかる絶縁シート24の一面側には、一端が櫛型電極20と電気的に接続された金属箔が取出電極26として絶縁性基板10、12の外方に引き出されている。更に、絶縁シート24の他面側にも、一端がモリブデン層18と電気的に接続された金属箔が取出電極28として絶縁性基板10、12の外方に引き出されている。かかる取出電極26の一端と櫛型電極20との接続、及び／又は取出電極28の一端とモリブデン層18との接続は、銀(Ag)ペーストや導電性接着剤等を用いることによって確実に接続できる。尚、有機p型半導体層30を形成した場合、無機p型半導体層14を形成する際に施した、KCN溶液によって無機p型半導体層14をエッチングするKCN処理は不要である。

【0016】図1～図4に示す太陽電池では、有機n型半導体層16又は無機n型半導体層32と透明電極22との間に、ZnSから成る薄膜層24が形成されているが、かかる薄膜層24を形成しなくてもよい。図5に透明電極24の表面に有機n型半導体層16が直接形成された太陽電池を示し、図6に透明電極24の表面に無機n型半導体層32が直接形成された太陽電池を示す。ところで、図1～図6に示す様に、太陽電池を形成するpn接合層の一方の半導体層を有機n型半導体層16又は有機p型半導体層30によって形成されている、この

ため、有機n型半導体層16と有機p型半導体層30とが積層されて成るpn接合層が配設された太陽電池も製造可能である。しかし、pn接合層を有機半導体層のみによって形成した太陽電池では、その変換効率が極めて低いため、実用に供し得ないものである。この点、本発明に係る太陽電池は、p型半導体層とn型半導体層とのいずれか一方の半導体層が無機半導体層であり、他方の半導体層が有機半導体層であるため、その変換効率は、pn接合層が無機半導体層のみによって形成された太陽電池（スパッタリング等によって無機半導体層が損傷を受けていない場合）と略同一値を呈することができる。

【0017】

【発明の効果】本発明によれば、太陽電池を構成する半導体層が、その製造工程において、スパッタリング等の際に照射されるプラズマ等の高エネルギーに因る損傷を回避することができる。その結果、変換効率の高い安定した太陽電池を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る太陽電池の一例を示す縦断面図である。

【図2】図1に示す太陽電池の製造方法を説明する説明図である。

【図3】本発明に係る太陽電池の他の例を示す縦断面図である。

【図4】図3に示す太陽電池の製造方法を説明する説明図である。

【図5】本発明に係る太陽電池の他の例を示す縦断面図である。

【図6】本発明に係る太陽電池の他の例を示す縦断面図である。

【図7】従来の太陽電池を説明するための縦断面図である。

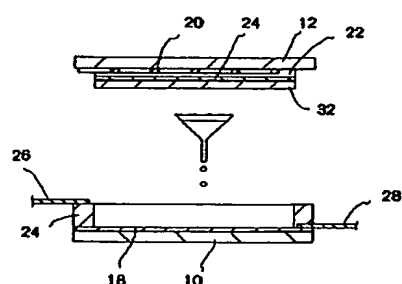
【図8】従来の太陽電池を説明するための正面図である。

【図9】従来の太陽電池の製造方法を説明するための工程図である。

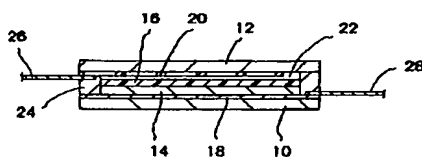
【符号の説明】

- 10、12 基板
- 14 無機p型半導体層
- 16 有機n型半導体層
- 18 モリブデン層
- 20 櫛型電極
- 22 透明電極
- 24 絶縁シート
- 26、28 取出電極
- 30 有機p型半導体層
- 32 無機n型半導体層

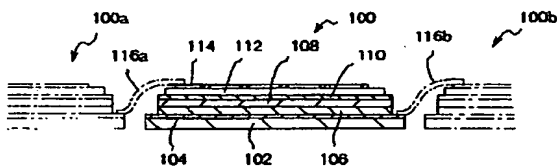
【圖4】



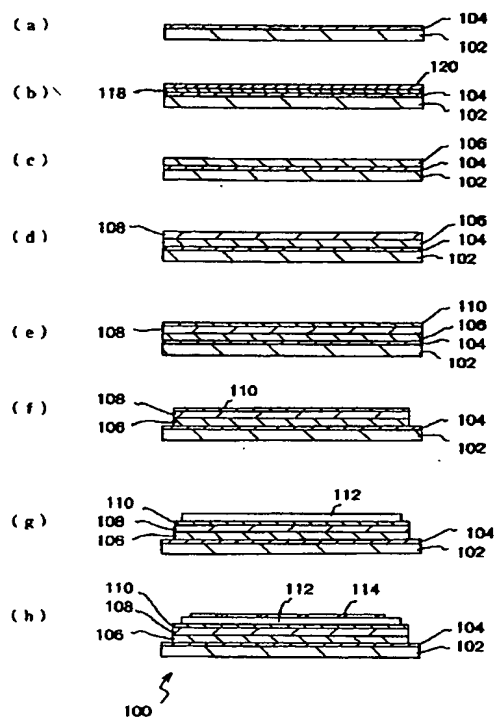
【図5】



【図7】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 竹内 健司
長野県長野市大字栗田字舎利田711番地
新光電気工業株式会社内

(72)発明者 菅沼 茂明
長野県長野市大字栗田字舎利田711番地
新光電気工業株式会社内
Fターム(参考) 5F051 AA10 AA11 AA12 BA14 CB30
DA03 GA03

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.